Description du fichier de maillage de *Code_Aster*

Résumé :

Ce fichier permet de décrire un maillage de *Code_Aster*. Il peut être construit par une interface automatique entre un mailleur et le code, mais peut également être rédigé à la main. Il contient :

- un titre éventuel,
- une liste de nœuds avec leurs coordonnées,
- des listes de mailles, chaque maille est décrite par la liste des nœuds qui définit sa topologie, et son orientation,
- des groupes de nœuds et des groupes de mailles.

Remarque :

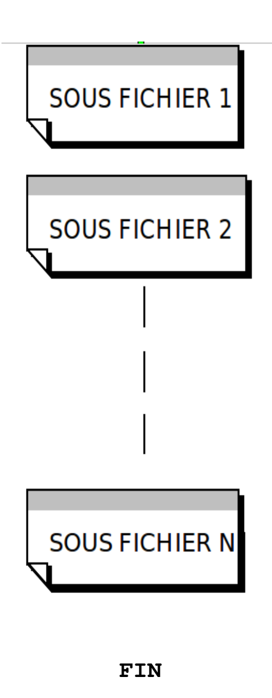
Un concept du type `maillage`, une fois lu sur le fichier de maillage, peut être enrichi à l'aide d'opérateurs de Code_Aster par des informations qui ne peuvent pas être décrites actuellement dans le fichier de maillage. Ceci concerne notamment la sous-structuration statique. Il est de plus possible, maintenant, de créer des groupes de nœuds ou de mailles en cours d'étude.

Tables des matières

1 Structure du fichier de maillage

Le fichier de maillage *Aster* est lu de la première ligne jusqu'à la première occurrence d'une ligne débutant par le mot **FIN**. Ce mot clé est obligatoire.

Le fichier de maillage *Aster* est constitué d'une succession de sous fichiers de maillage, indépendants.



FIN

Le fichier de **maillage** *Aster* est un fichier avec format, au sens de FORTRAN :

- la longueur de ligne est limitée à 80 caractères (toute information à partir du colonne 81 est simplement ignorée) ;
- le caractère blanc ' ' et la virgule ',' sont les seul séparateurs reconnus,
- le caractère % est un caractère réservé pour indiquer le début, jusqu'à la fin de la ligne, d'un commentaire ,
- les données numériques sont interprétées en format libre :

```
1  =  1.  =  1.0  =  1.E+0  =  .1E1  =  10.D-1
```

Le fichier **maillage** doit contenir au minimum :

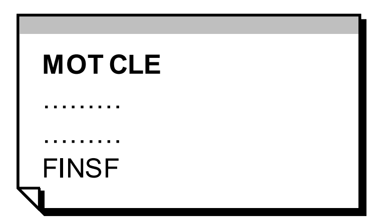
- un sous-fichier de coordonnées de nœuds COOR_2D ou COOR_3D, définis par 2 ou 3 nombres réels dans un repère cartésien orthonormé unique.
- un sous-fichier par type de maille utilisé.

Il peut contenir, en plus, et cela est recommandé, un sous-fichier TITRE. Il est pratiquement indispensable de définir, au moment du maillage, des sous-fichiers de groupes de mailles GROUP_MA et des sous-fichiers de groupes de nœuds GROUP_NO.

On retiendra que l'affectation d'un type d'élément fini, ne peut se faire que sur une maille (ou exceptionnellement sur un nœud pour les éléments discrets) décrite dans le fichier maillage. Les chargements ou les conditions aux limites sont affectés sur des mailles ou sur des nœuds suivant les cas.

2 Structure d'un sous fichier

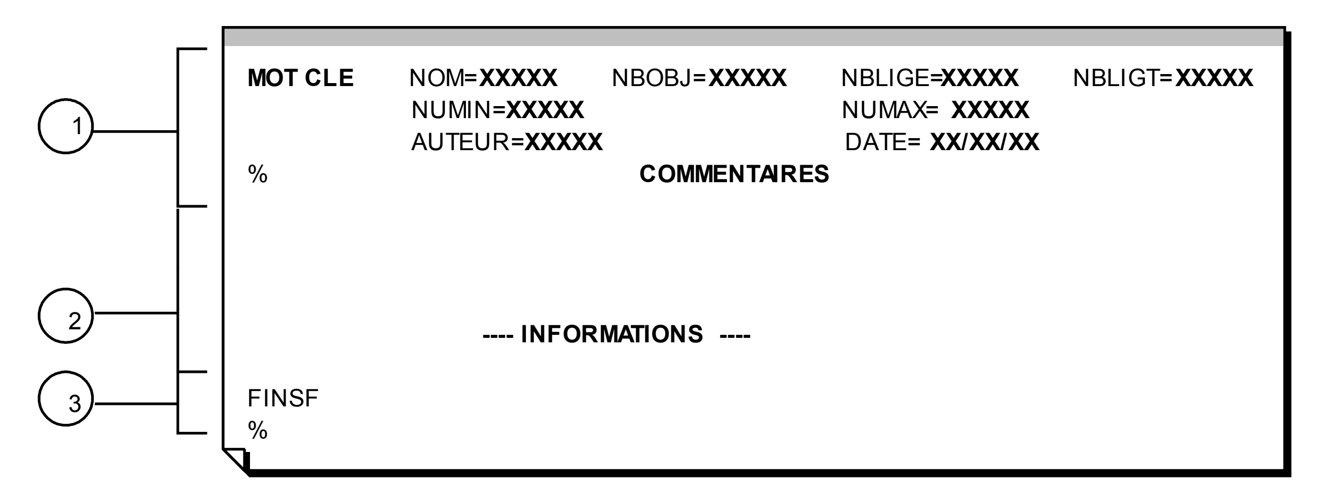
Un sous fichier commence par un **mot clé** et est terminé par le mot-clé imposé **`FINSF`** :



Cette description est suffisante pour *Aster*. La description la plus complète est la suivante :

- chaque sous fichier comporte 3 parties :

1) l'entête du sous fichier,
2) le contenu des informations,
3) la marque de fin du sous fichier (`FINSF`).



- Le `MOT CLE` et `FINSF` (fin de sous fichier) sont obligatoires car ils délimitent le sous fichier à l'intérieur du fichier de maillage.
- Le `NOM` est facultatif. Lorsque le mot clé est `GROUP_MA` ou `GROUP_NO`, si `NOM` est absent alors la première chaîne de caractère rencontrée après ces `MOTS-CLES` formera le `NOM` du `GROUP_MA` ou du `GROUP_NO`.

Par convention toute chaîne de caractères qui suit le caractères % est interprétée comme un commentaire.

2.1 L'entête

Le rôle de l'entête est de fournir des informations globales sur le contenu du sous fichier :

MOT CLE : en plus de son rôle de délimiteur de sous fichier il renseigne sur la nature des informations qui vont suivre. Il doit se trouver en 1ère ligne du sous fichier **et cadré à gauche.**

NOM : il sert à désigner un ensemble d'informations. Il doit se trouver en 1ère ligne de l'entête du sous fichier. Il est facultatif.

tous les autres mots clés sont ignorés actuellement par l'opérateur LIRE_MAILLAGE [U4.21.01].

2.2 Liste des informations

Ce sont des informations issues d'un mailleur et écrites en format libre.
Les informations que doit contenir ce fichier définissent des entités classiques de la méthode des éléments finis :

- **nœuds** : points définis par un **nom** et par leurs **coordonnées cartésiennes** dans l'espace **2D** ou **3D**,
- **mailles** : figures topologiques **nommées** planes ou volumiques (point, segment, triangle, quadrangle, tétraèdre, ...), définies par la liste ordonnée des nœuds qui les constituent et sur lesquelles pourront s'appliquer différents types d'éléments finis, de conditions aux limites ou de chargements. L'ordre des noeuds oriente la maille. Cette orientation doit être scrupuleusement établie car elle est notamment utilisée pour définir l'orientation des chargements (pression, …).

On peut définir également des groupes de ces entités topologiques.

- **groupes de nœuds** : listes nommées de noms de nœuds,
- **groupes de mailles** : listes nommées de noms de mailles.

Systématiquement, lorsque l'on aura à faire référence à des nœuds (ou des mailles), on pourra faire référence à des groupes de nœuds (ou des groupes de mailles).
Les interfaces avec les mailleurs génèrent automatiquement de tels groupes (suivant des critères propres au mailleur).
Ces groupes facilitent l'affectation des caractéristiques de matériaux sur le maillage, des conditions aux limites ou l'impression des résultats. En effet, lors de telles opérations on fait référence aux nœuds ou aux mailles, qu'il est intéressant de décrire par groupe.
L'opérateur de *Code_Aster* DEFI_GROUP [U4.22.01] permet de créer des groupes a posteriori sur tout concept de type maillage déjà lu.
On notera, que toutes les entités manipulées dans le code (nœuds, mailles, groupes de nœuds, groupes de mailles) sont **nommées** et utilisables à tout moment par leur nom (**8 caractères** au maximum pour les mailles et les nœuds, **24 caractères** maximum pour les GROUP_MA et GROUP_NO).
La « casse » des noms est conservée : par exemple, 'GR_AB' est différent de 'gr_ab'. La numérotation des entités n'est jamais explicitée : elle sert uniquement en interne pour pointer sur les valeurs des différentes variables associées.

2.3 FIN de sous-fichier

C'est le mot 'réservé' et obligatoire FINSF qui indique la fin d'un sous fichier, qui débute par un MOT CLE.

3 Liste des mots clés (types de sous fichiers)

`TITRE`	Description du fichier maillage à caractère documentaire. Les opérateurs d'interface avec des mailleurs construisent un titre à partir d'informations propre à chaque mailleur
`/ COOR_3D`	Description des noeuds par trois coordonnées spatiales : • nom du nœud décrit (ou numéro interprété comme un nom), • 3 coordonnées,
`/ COOR_2D`	Description des noeuds par 2 coordonnées : • nom du nœud décrit (ou numéro interprété comme un nom), • 2 coordonnées,

```
/  POI1                                points       )
/  SEG2       /  SEG3      /  SEG4     segments     )
/  TRIA3      /  TRIA6     /  TRIA7    triangles    )
/  QUAD4      /  QUAD8     /  QUAD9    quadrangles  )   connectivité
/  HEXA8      /  HEXA20    /  HEXA27   hexaèdres    )  des mailles
/  PENTA6     /  PENTA15   /  PENTA18  pentaèdres   )
/  TETRA4     /  TETRA10               tétraèdres   )
/  PYRAM5     /  PYRAM13               pyramides    )
```

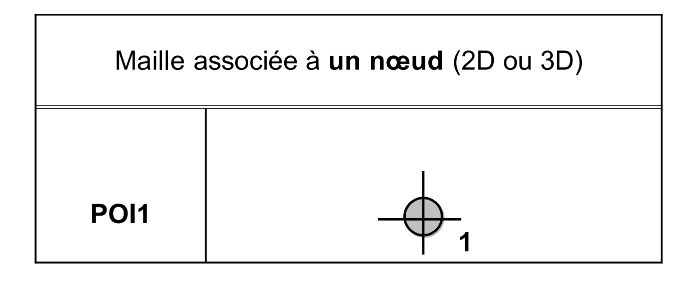
`GROUP_MA`	Groupe de mailles (attention le nom est obligatoire)
`GROUP_NO`	Groupe de noeuds (attention le nom est obligatoire)

Remarques :

- *Quand un mot clé a été lu, il reste interprété jusqu'à l'apparition de `FINSF`.*
- *Après un `FINSF`, tout mot clé non reconnu (faute de frappe) est ignoré et un message est émis.*
- *`COOR_2D` et `COOR_3D` sont mutuellement exclusifs.*
- *La présence d'un système de coordonnées dans le fichier universel IDEAS provoque un arrêt de l'interface IDEAS/Aster.*

4 La description des mailles

Les conventions de description de la topologie des mailles dans *Aster* sont résumées ici. L'utilisation des mailles est donnée ici à titre indicatif, il faut se référer à la documentation propre à chaque commande.

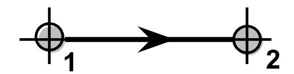


Maille associée à **un nœud** (2D ou 3D)	
POI1	1

Maille associée à **un segment** (**2D** ou **3D**)	
SEG2	1 2
SEG3	1 3 2
SEG4	1 3 4 2

Orientation :

L'orientation est définie par l'ordre des nœuds sommets

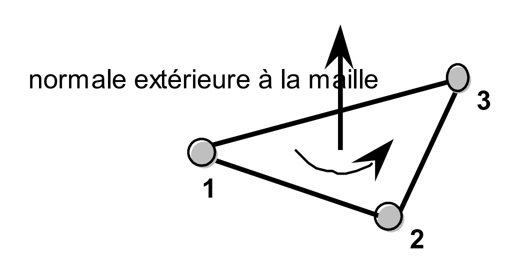


Cette orientation est éventuellement complétée par des caractéristiques données suivant le type d'élément fini affecté sur la maille par le mot clé facteur `ORIENTATION` de l'opérateur `AFFE_CARA_ELEM` [U4.42.01].

Maille associée à **un triangle** (**2D** ou **3D**)	
TRIA3	
TRIA6	
TRIA7	

Orientation :

L'orientation est définie par l'ordre des nœuds sommets qui sont donnés pour définir le sens trigonométrique direct.

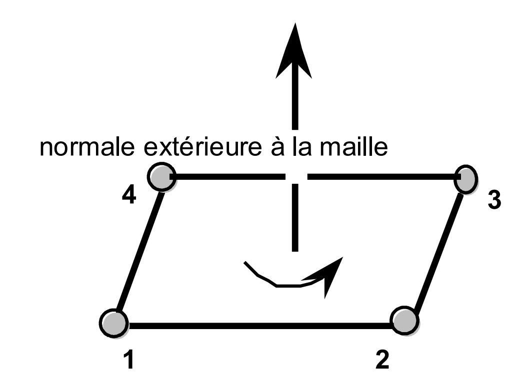


Cette orientation est éventuellement complétée par des caractéristiques données aux éléments par l'opérateur `AFFE_CARA_ELEM` [U4.42.01], notamment pour les éléments de coque par le mot clé facteur `COQUE`.

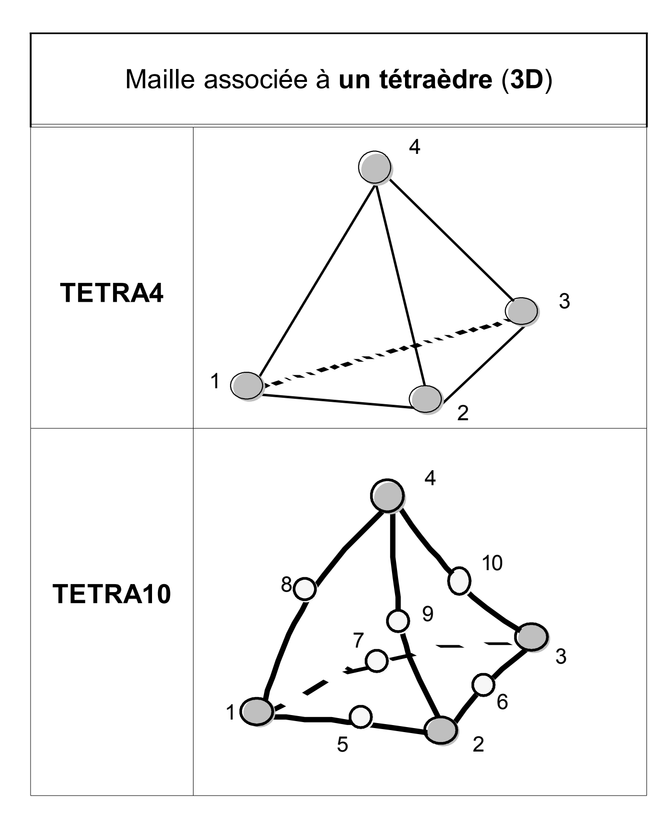
Maille associée à **un quadrangle** (2D ou 3D)	
QUAD4	
QUAD8	
QUAD9	

Orientation :

L'orientation est définie par l'ordre des nœuds sommets qui sont donnés pour définir le sens trigonométrique direct



Cette orientation est éventuellement complétée par des caractéristiques données aux éléments par l'opérateur `AFFE_CARA_ELEM` [U4.42.01], notamment pour les éléments de coque par le mot clé facteur `COQUE`.



Maille associée à **un tétraèdre** (**3D**)	
TETRA4	
TETRA10	

Maille associée à **une pyramide** (**3D**)	
PYRAM5	
PYRAM13	

Maille associée à **un pentaèdre** (**3D**)	
PENTA6	
PENTA15	
PENTA18	

Maille associée à **un hexaèdre** (**3D**)	
HEXA8	
HEXA20	
HEXA27	

5 Liste des formats de description

Nous décrirons le format de description des informations par une suite d'items.

5.1 Correspondance Item - Type FORTRAN

```
NOM_DE_NOEUD
   CHARACTER*8
NOM_DE_MAILLE
    CHARACTER*8
COORD
   REAL*8
LIGNE_DE_TEXTE
   CHARACTER*80
```

5.2 FORMAT de lecture associé au mot clé

FORMATS reconnus par *Aster*	**mot clé**
(1*NOM_DE_NOEUD,3*COORD)	COOR_3D
(1*NOM_DE_NOEUD,2*COORD)	COOR_2D
(1*NOM_DE_MAILLE,1*NOM_DE_NOEUD)	POI1
(1*NOM_DE_MAILLE,2*NOM_DE_NOEUD)	SEG2
(1*NOM_DE_MAILLE,3*NOM_DE_NOEUD)	SEG3,TRIA3
(1*NOM_DE_MAILLE,4*NOM_DE_NOEUD)	QUAD4,TETRA4,SEG4
(1*NOM_DE_MAILLE,5*NOM_DE_NOEUD)	PYRAM5
(1*NOM_DE_MAILLE,6*NOM_DE_NOEUD)	TRIA6,PENTA6
(1*NOM_DE_MAILLE,7*NOM_DE_NOEUD)	TRIA7
(1*NOM_DE_MAILLE,8*NOM_DE_NOEUD)	QUAD8,HEXA8
(1*NOM_DE_MAILLE,9*NOM_DE_NOEUD)	TRIA9
(1*NOM_DE_MAILLE,10*NOM_DE_NOEUD)	TETRA10
(1*NOM_DE_MAILLE,13*NOM_DE_NOEUD)	PYRAM13
(1*NOM_DE_MAILLE,15*NOM_DE_NOEUD)	PENTA15
(1*NOM_DE_MAILLE,18*NOM_DE_NOEUD)	PENTA18
(1*NOM_DE_MAILLE,20*NOM_DE_NOEUD)	HEXA20
(1*NOM_DE_MAILLE,27*NOM_DE_NOEUD)	HEXA27
(1*NOM_DE_NOEUD)	GROUP_NO
(1*NOM_DE_MAILLE)	GROUP_MA
(LIGNE_DE_TEXTE)	TITRE

5.3 Répétition du Format

- Toute répétition du format doit commencer en début de ligne.

Exemples :

Est **ILLICITE** :

```
COOR_2D
N1   1.           2.        N2       1.
   3.
FINSF
```

Est **LICITE** :

```
COOR_2D
N1   1.
   2.
N2   1.
   3.
```

```
FINSF
```

6 Exemples de sous fichier

Exemples de sous fichiers décrivant les coordonnées spatiales de 5 nœuds exprimées dans le repère global cartésien de base. Ici le contenu de l'information est le même pour les 2 sous fichiers, c'est le mode de représentation qui diffère.

6.1 Fichier issu de l'interface IDEAS-*Aster*

```
COOR_3D   NOM=MAILLAGE1       NBOBJ=5          NBLIGE=5     NBLIGT=12
          NUMIN=4             NUMAX=14
          AUTEUR=INTERF_ST/TF           DATE=27/11/89
%         XMAX=10.0    YMAX=20.0    ZMAX=0.0
%         XMIN=0.0     YMIN=0.0     ZMIN=0.0

%FORMAT=(1*NOM_DE_NOEUD,3*COORD)
  NO4     0.0    0.0       0.0
  NO7     5.0    0.0       0.0
  NO8     5.0    5.0       0.0
  NO10    10.0   20.0      0.0
  NO14    5.0    10.0      0.0

FINSF
```

6.2 Exemple illustrant les formats d'écriture possibles

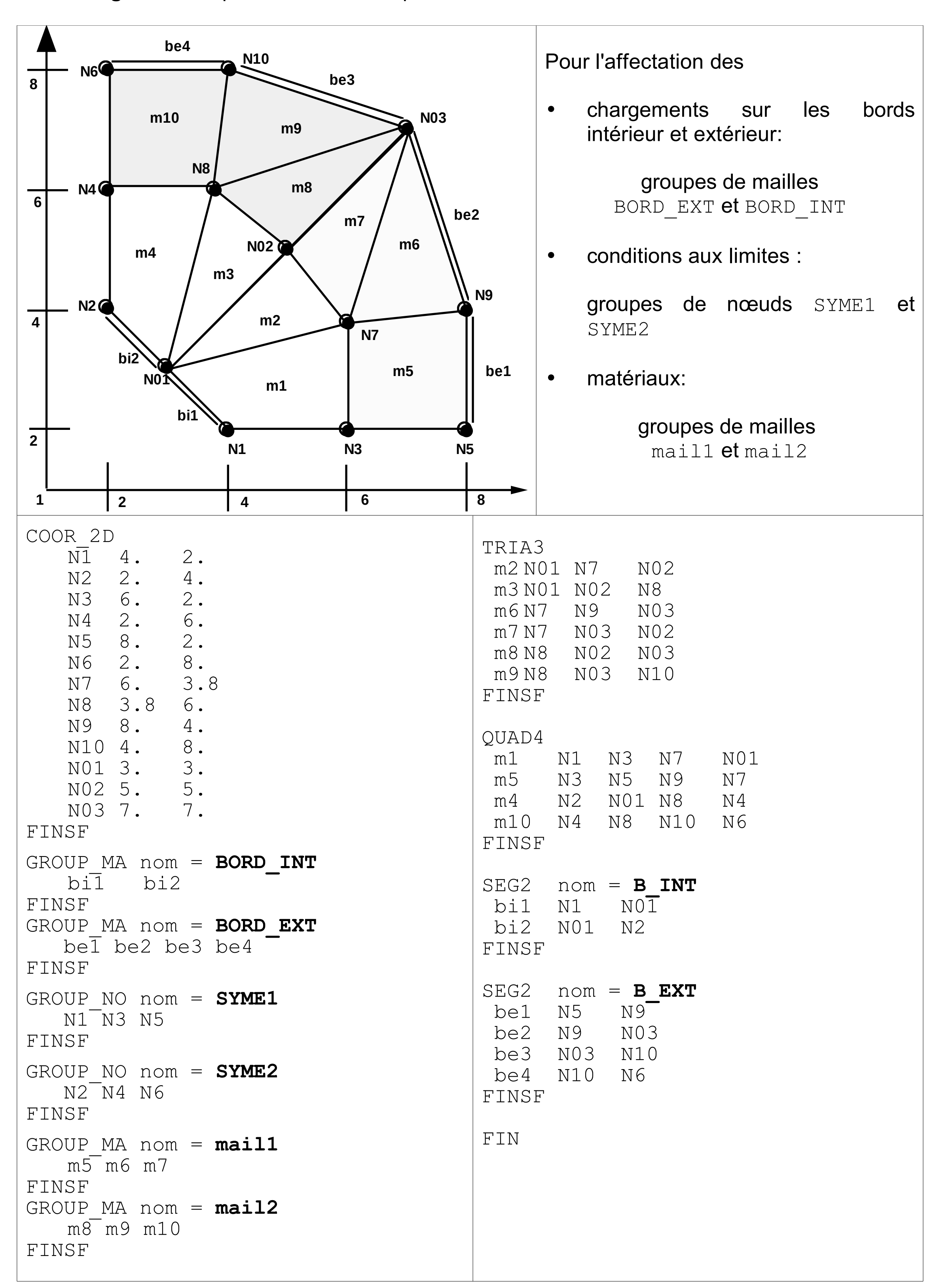
```
TITRE                     % c'est le titre
QU'IL EST BEAU MON FICHIER MAILLAGE    % autosatisfaction
FINSF

COOR_2D            % coordonnees 2D
                   % présentation licite mais peu recommandable
   NOEUD1 0           0.0
   NOEUD2 1           1.D+0
   NOEUD3 2.213564    2.32E+00
                                             FINSF
SEG2                                      % quelques mailles
                MAILLE1   NOEUD1    NOEUD2    % qui m'aille
                MAILLE3   NOEUD2    NOEUD3
FINSF
POI1
                MAILLE2   NOEUD2
FINSF
GROUP_MA                                  % groupe de mailles
                GROUP1    MAILLE1   MAILLE3
FINSF
GROUP_NO        NOM = GROUP2
                NOEUD1    NOEUD2
FINSF
FIN                    % obligatoire
```

6.3 Exemple illustrant l'affectation par groupes constitués

Cet exemple est, évidemment, schématique pour décrire les principales règles d'affectation.

Maillage 2D : un quart d'un domaine plan



Pour l'affectation des

- chargements sur les bords intérieur et extérieur:

  groupes de mailles
  `BORD_EXT` et `BORD_INT`

- conditions aux limites :

  groupes de nœuds `SYME1` et `SYME2`

- matériaux:

  groupes de mailles
  `mail1` et `mail2`

```
COOR_2D
   N1  4.   2.
   N2  2.   4.
   N3  6.   2.
   N4  2.   6.
   N5  8.   2.
   N6  2.   8.
   N7  6.   3.8
   N8  3.8  6.
   N9  8.   4.
   N10 4.   8.
   N01 3.   3.
   N02 5.   5.
   N03 7.   7.
FINSF
GROUP_MA nom = BORD_INT
   bi1   bi2
FINSF
GROUP_MA nom = BORD_EXT
   be1 be2 be3 be4
FINSF
GROUP_NO nom = SYME1
   N1 N3 N5
FINSF
GROUP_NO nom = SYME2
   N2 N4 N6
FINSF
GROUP_MA nom = mail1
   m5 m6 m7
FINSF
GROUP_MA nom = mail2
   m8 m9 m10
FINSF
```

```
TRIA3
 m2 N01 N7   N02
 m3 N01 N02  N8
 m6 N7  N9   N03
 m7 N7  N03  N02
 m8 N8  N02  N03
 m9 N8  N03  N10
FINSF

QUAD4
 m1   N1  N3  N7   N01
 m5   N3  N5  N9   N7
 m4   N2  N01 N8   N4
 m10  N4  N8  N10  N6
FINSF

SEG2  nom = B_INT
 bi1  N1   N01
 bi2  N01  N2
FINSF

SEG2  nom = B_EXT
 be1  N5   N9
 be2  N9   N03
 be3  N03  N10
 be4  N10  N6
FINSF

FIN
```